

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 100 14 407.1

**Anmeldetag:** 24. März 2000

**Anmelder/Inhaber:** Philips Corporate Intellectual Property GmbH,  
Hamburg/DE

**Bezeichnung:** Niederdruckgasentladungslampe

**IPC:** H 01 J, G 09 F

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 20. Oktober 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Werner



## BESCHREIBUNG

### Niederdruckgasentladungslampe

Die Erfindung bezieht sich auf eine Niederdruckgasentladungslampe mit wenigstens einem Entladungsgefäß und wenigstens zwei kapazitiven Einkoppelstrukturen, die bei einer Betriebsfrequenz  $f$  betrieben wird. Weiterhin betrifft die Erfindung noch eine Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer Flüssigkristall-Anzeige mit wenigstens einer solchen Niederdruckgasentladungslampe als Lichtquelle und einer Optik zur Erzeugung einer Hintergrundbeleuchtung.

- 10 Bekannte Gasentladungslampen bestehen aus einem Gefäß mit einem Füllgas, in dem die Gasentladung abläuft, und meist zwei metallischen Elektroden, die in das Entladungsgefäß eingeschmolzen sind. Eine Elektrode liefert die Elektronen für die Entladung, die über die zweite Elektrode wieder dem äußeren Stromkreis zugeführt werden. Die Abgabe der Elektronen erfolgt meist mittels Glühemission (heiße Elektroden), kann jedoch auch durch
- 15 Emission in einem starken elektrischen Feld oder direkt durch Ionenbeschuss (ioneninduzierte Sekundäremission) hervorgerufen werden (kalte Elektroden). Bei einer induktiven Betriebsart werden die Ladungsträger direkt im Gasvolumen über ein elektromagnetisches Wechselfeld hoher Frequenz (typischerweise größer als 1 MHz bei Niederdruckgasentladungslampen) erzeugt. Die Elektronen bewegen sich auf geschlossenen Bahnen innerhalb
- 20 des Entladungsgefäßes, herkömmliche Elektroden fehlen in dieser Betriebsart. Bei einer kapazitiven Betriebsart werden kapazitive Einkoppelstrukturen als Elektroden verwendet. Diese werden meist aus Isolatoren (Dielektrika) gebildet, die auf einer Seite Kontakt zur Gasentladung haben und auf der anderen Seite elektrisch leitfähig (beispielsweise mittels einem metallischen Kontakt) mit einem äußeren Stromkreis verbunden sind. Bei einer an
- 25 die kapazitiven Elektroden angelegten Wechselspannung bildet sich im Entladungsgefäß ein elektrisches Wechselfeld aus, auf dessen linearen elektrischen Feldern sich die Ladungsträger bewegen. Im Hochfrequenzbereich ( $f > 10$  MHz) ähneln die kapazitiven Lampen den induktiven Lampen, da die Ladungsträger hier ebenfalls im gesamten Gasvolumen erzeugt werden. Die Oberflächeneigenschaften der dielektrischen Elektrode sind
- 30 hier von geringer Bedeutung (sogenannter  $\alpha$ -Entladungsmodus). Bei niedrigeren Frequen-

- zen ändern die kapazitiven Lampen ihre Betriebsart und die für die Entladung wichtigen Elektronen müssen ursprünglich an der Oberfläche der dielektrischen Elektrode emittiert und in einem sogenannten Kathodenfallgebiet vervielfacht werden, um die Entladung aufrechtzuerhalten. Daher ist dann das Emissionsverhalten des dielektrischen Materials
- 5 bestimmend für die Funktion der Lampe (sogenannter  $\gamma$ -Entladungsmodus). Die im Kathodenfallgebiet deponierte Leistung steht der Lichterzeugung nicht zur Verfügung und verringert folglich die Effizienz der Lampe (Lumen pro Watt).

- 10 In verschiedenen Vorrichtungen ist es vorteilhaft, Fluoreszenzlampen mit geringem Durchmesser (kleiner als 5 mm) und einer möglichst hohen Lichtmenge pro Lampenlänge (Lumen pro cm) einzusetzen. Zudem erfordern die meisten Anwendungsgebiete eine hohe Schaltfestigkeit der Lampe. Dies gilt speziell für die Verwendung von Gasentladungslampen in einer Hintergrundbeleuchtung für eine Flüssigkristall-Anzeige (LCD Backlight).

- 15 Heißkathodenlampen erfordern einen minimalen Durchmesser des Entladungsgefäßes von ca. 10 mm, um Wendel und Anodenschild unterbringen zu können. Verzichtet man auf den Anodenschild, kann man zu Innendurchmessern von ca. 6 mm gelangen, wodurch sich jedoch aufgrund des verstärkten Abschwärzens stark die Lebensdauer reduziert. Außerdem haben Heißkathodenlampen ein für viele Anwendungsgebiete unakzeptables Schalt-
- 20 verhalten und lassen sich nur schwer dimmen.

- Fluoreszenzgasentladungslampen mit geringem Lampendurchmesser (maximal 5 mm) sind bisher nur in Form von Kaltkathodenlampen oder in Form von kapazitiven Gasentladungslampen mit einer Betriebsfrequenz im Hochfrequenzbereich (größer als 1 MHz)
- 25 möglich. Kaltkathodenlampen haben den Vorteil, bei niedrigen Frequenzen (30-50 kHz) betrieben werden zu können. Daher weisen sie eine geringe elektromagnetische Abstrahlung auf. Bei Kaltkathodenlampen ist jedoch der Entladungsstrom stark begrenzt (auf einen Höchstwert von ca. 10 mA). Die Stromlimitierung hat ihren Grund in der stark gesteigerten Sputter-Rate von Elektrodenmaterial in Abhängigkeit des Entladungsstromes.
- 30 Außerdem muss durch die Stromlimitierung verhindert werden, dass sich die Elektrode lokal so stark erhitzt, dass es zur thermischen Emission mit einer ebenfalls stark überhöhten Sputter-Rate kommt. Das herausgelöste Elektrodenmaterial setzt sich im Entladungsgefäß ab und führt damit zu einer schnellen Abschwärzung der Lampe.

Bei einer kapazitiven Entladungslampe mit einer Betriebsfrequenz  $f > 1$  MHz führt die hohe Betriebsfrequenz in Verbindung mit einer hohen Stromdichte in der Lampe (hoher Strom, geringer Lampendurchmesser) zu einer starken elektromagnetischen Abstrahlung. Dies erfordert umfangreiche Maßnahmen im Gesamtsystem von Lampe, Reflektor, Treiberelektronik, usw., um diese elektromagnetische Abstrahlung zu begrenzen. Da die Leistung kapazitiv über das Entladungsgefäß eingekoppelt wird, ist über die Kapazität der Einkoppelfläche die Betriebsfrequenz nach unten beschränkt (auf etwa 1 MHz).

Aus der US 2,624,858 ist eine kapazitive Gasentladungslampe bekannt, die eine dielektrische Schicht zwischen externen Elektroden und der Gasentladung besitzt. Die externen Elektroden sind mit einer Wechselstromquelle verbunden, die eine Spannung von 500 V bis 10000 V bei einer Frequenz von 120 Hz abgibt. Die dielektrische Schicht weist eine hohe Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  größer als 100, vorzugsweise größer als 2000 auf. Die kapazitive Einkoppelung der externen Wechselspannung mittels der dielektrischen Schicht führt zu einer Ionisierung und Anregung des Gases in der Lampe, so dass die leuchtende Gasentladung entsteht. Bei dieser Kombination von Dielektrizitätszahl und Betriebsfrequenz ist ein hoher Lichtstrom der Lampe nur mit einer sehr großen Baugröße der Einkoppelstrukturen und damit der gesamten Lampe zu erreichen. Außerdem erfordert ein hoher Lichtstrom bei einer solchen Lampe eine außerordentlich hohe Betriebsspannung und damit eine teure Treiberschaltung. Zusätzlich ist in diesem Frequenzbereich der Sekundäremissionskoeffizient  $\gamma$  merklich schlechter, so dass die Gasentladung weniger effizient abläuft und eine kleinere Lichtmenge erzeugt wird.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Niederdruckgasentladungslampe zu schaffen, die bei einer kapazitiven Einkoppelung eine bessere Effizienz bei einer kleinen Baugröße, einen hohen Lichtstrom, eine niedrige Betriebsspannung, geringe elektromagnetische Abstrahlung, eine hohe Schaltfestigkeit und eine lange Lebensdauer aufweist.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass jede kapazitive Einkoppelstruktur aus wenigstens einem Dielektrikum mit einer Dicke  $d$  und einer Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  gebildet wird, wobei für jedes Dielektrikum die Bedingung  $d/(f \cdot \epsilon) < 10^{-4}$  cm·s gilt. Die Gasentladungslampe besteht in bekannter Weise aus einem transparenten Entladungsgefäß mit einem üblichen

- Füllgas (zum Beispiel für Niederdruck-Gasentladungslampen ein Edelgas oder ein Edelgas mit Quecksilber) und wird an einer Wechselstromquelle mit der Betriebsfrequenz  $f$  betrieben. Dabei kann das Material für das Entladungsgefäß und das Füllgas entsprechend des gewünschten Spektrums der erzeugten Strahlung gewählt werden. Insbesondere kann
- 5 auch eine Beschichtung des Entladungsgefäßes vorgenommen werden, so dass die erfindungsgemäße Lampe Strahlung eines bestimmten Frequenzbereichs emittiert (z.B. im UV-Bereich). Am Entladungsgefäß sind mindestens zwei räumlich voneinander getrennte kapazitive Einkoppelstrukturen angeordnet. Das Dielektrikum der kapazitiven Einkoppelstruktur kann aus einer oder mehreren Schichten bestehen. Jede Schicht muss hierbei
- 10 separat die Bedingung  $d/(\epsilon \cdot f) < 10^{-8} \text{ cm} \cdot \text{s}$  erfüllen. Selbstverständlich ist eine Vielzahl von weiteren Einkoppelstrukturen denkbar, ohne den Schutzbereich des Anspruchs zu verlassen, die durch geeignete Wahl einer Kombination aus Materialeigenschaft und Geometrie des Dielektrikums die erfindungsgemäße Eigenschaft besitzen.
- 15 Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen und dem Ausführungsbeispiel angegeben. Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung gilt für wenigstens ein Dielektrikum die Bedingung  $d/(f \cdot \epsilon) > 10^{-9} \text{ cm} \cdot \text{s}$ , wodurch die Lampe eine positive Strom-Spannungscharakteristik erhält. Gasentladungslampen müssen in geeigneter Weise mit einem Ballast versehen werden, um eine stationäre Gasentladung zu
- 20 gewährleisten. Dieser Ballast wird meist in ein elektrisches Vorschaltgerät integriert, in dem auch eine Schaltung die zum Starten der Lampe erforderliche Zündspannung erzeugt. Vorzugweise wählt man bei der erfindungsgemäßen Lampe das Material der kapazitiven Einkoppelstrukturen, deren Geometrie und die Betriebsfrequenz so, dass die mittlere Spannung über den Dielektrika ungefähr der Spannung über dem Plasma im Entladungs-
- 25 gefäß der Lampe entspricht (bei  $d/(\epsilon \cdot f) \approx 5 \cdot 10^{-9} \text{ cm} \cdot \text{s}$ ), so können die kapazitiven Einkoppelstrukturen zur Ballastierung der Lampe genutzt werden. Damit kann in der Lampentreiberschaltung auf ein ballastierendes Element verzichtet werden, was erhebliche Kosten einsparen kann. Außerdem wird es durch die Eigenballastierung der Lampe möglich, mehrere solcher Lampen parallel auf einem einzigen Treiber zu betreiben, was ebenfalls zu erheb-
- 30 lichen Einsparungen in den Kosten des Treibers führen kann.

Insbesondere überwindet eine Lampe gemäß der Erfindung bei Betrieb im Frequenzbereich von 150 Hz bis 1 MHz die Nachteile bekannter Lampen.

Bei der Wahl des Dielektrikum wird vorzugsweise ein Material mit einer im wesentlichen  
5 negativem Temperaturabhängigkeit der Dielektrizitätszahl genommen. Es sind einige  
dielektrische Materialien bekannt, bei denen der Wert der Dielektrizitätszahl bei steigender  
Temperatur insbesondere oberhalb einer bestimmten Temperatur sinkt. Dabei kann insbe-  
sondere im Bereich niedriger Temperaturen die Dielektrizitätszahl auch kurzfristig an-  
steigen. Bei Betrieb der Lampe erwärmt sich das Dielektrikum aufgrund der Leistungsein-  
10 koppelung, wodurch sich die dielektrische Kapazität erniedrigt und die Höhe der einkop-  
pelbaren Leistung begrenzt wird. Auf diese Weise wird die Leistung der Lampe stabilisiert  
und bereits mit der vorhandenen Einkoppelstruktur eine Ballastierung der Lampe erreicht.

Eine besonders geeignete Ausführungsform der Erfindung besitzt ein im wesentlichen  
15 hohlzylindrisch geformtes Entladungsgefäß mit einem Innendurchmesser  $d_i$ , wobei der  
Innendurchmesser  $d_i$  weniger als 10 mm betragen kann. Hohlzylindrische Entladungsge-  
fäße eignen sich besonders, da die Fertigung und Verarbeitung durch andere Gasentla-  
dungslampen gut bekannt ist. Kleine Innendurchmesser machen die Lampen leichter  
handhabbar und schaffen viele Anwendungsmöglichkeiten für die Lampe. Das hohlzylin-  
20 drische Entladungsgefäß kann in Abhängigkeit von der Anwendung beispielsweise die  
Form einer Spirale, in Form von Buchstaben oder Zahlen o.ä. gestaltet werden. Vorteilhaft  
weitergebildet wird die Lampe durch ebenfalls im wesentlichen hohlzylindrisch geformte  
kapazitive Einkoppelstrukturen, die den Innendurchmesser  $d_i$  besitzen und druckfest mit  
dem Entladungsgefäß verbunden sind. Durch Verwendung der gleichen Abmessungen  
25 kann das Dielektrikum besonders einfach beispielsweise mittels einer Glaslottechnik mit  
dem Entladungsgefäß verbunden werden.

Für das Füllgas im Entladungsgefäß wird vorzugsweise eine Mischung gewählt, die wenig-  
stens ein Edelgas oder ein Edelgas und Quecksilber enthält. Für die erfindungsgemäße  
30 Lampe können eine Vielzahl von Gasmischungen als Füllgas verwendet werden. Insbeson-  
dere können die in bekannten Niederdruckgasentladungslampen verwendeten Füllgase  
eingesetzt werden. Daraus ergibt sich der Vorteil der bekannten Handhabung. Die Wahl

des Füllgases kann auch von der Anwendung der Lampe bestimmt werden, um so eine gewünschte Farbe (Wellenlänge der emittierten Strahlung) oder Form zu unterstützen.

- Bei einer Weiterbildung der Lampe ist der Entladungsstrom der Gasentladung größer als
- 5 10 mA. Die Verwendung eines großen Entladungsstromes ermöglicht die Erzeugung höherer Leuchtdichten als bei bekannten Lampen. Die Höhe der Leuchtdichte wird vom verwendeten Füllgas bestimmt. Über die erfindungsgemäßen Dielektrika können so große Leistungen eingekoppelt werden, dass das Plasma im Entladungsgefäß die höchstmöglichen Leuchtdichten erreicht. Beispielsweise kann bei einem Innendurchmesser von  $d_i=3\text{mm}$  eine
- 10 Verdoppelung der Leuchtdichte im Vergleich zu Kaltkathodenlampen auf etwa  $60000\text{cd/m}^2$  erzielt werden.

- Das Dielektrikum besteht vorzugsweise aus einem paraelektrischen, ferroelektrischen oder antiferroelektrischen Feststoff. Bevorzugt eignen sich Oxidkeramiken (z.B.  $\text{BaTiO}_3$ ,
- 15  $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{PbTiO}_3$ ,  $\text{PbZrO}_3$ ), die auch aus einer Komposition bestehen können.

- Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung besteht das Entladungsgefäß aus einem UV-transparenten Material und ist mit einem UV-emittierenden Füllgas gefüllt. Als UV-transparentes Material kann beispielsweise ein Glasrohr für das Entladungsgefäß verwendet
- 20 werden. Es kann auch eine Beschichtung des Entladungsgefäßes mit einem Leuchtstoff vorgesehen werden, die die vom Füllgas emittierte Strahlung in ein gewünschtes Spektrum (insbesondere im UV-Bereich) umwandelt. Der Leuchtstoff kann zum Beispiel eine Strahlung emittieren, die dem Spektrum der Sonnenstrahlung entspricht, so dass die Lampe für Anwendungen zur Körperbräunung geeignet ist.

- 25 Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer Flüssigkristall-Anzeige gelöst, bei der jede kapazitive Einkoppelstruktur aus wenigstens einem Dielektrikum mit einer Dicke  $d$  und einer Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  gebildet wird, wobei für jedes Dielektrikum die Bedingung  $d/(\epsilon \cdot s) < 10^{-8} \text{ cm} \cdot \text{s}$  gilt.

- 30 Die erfindungsgemäße Lampe gestattet die unerwartete Kombination von hoher Leuchtdichte, geringer elektromagnetischer Abstrahlung, niedriger Betriebsspannung, hoher



- Schaltfestigkeit und langer Lebensdauer. Die Lampe ist neben der Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung noch besonders geeignet für Dekor- und Allgemeinbeleuchtung, für Reklamebeleuchtung, als Lichtquelle für Faxgeräte, Scanner und Kopierer, als Bremslicht für Kraftfahrzeuge, für Notsignal- und Orientierungsbeleuchtung und als UV-Lichtquelle.
- 5 Als UV-Lichtquelle kann sie insbesondere zur Entkeimung/Desinfektion von Luft und Wasser, zur Oberflächenreinigung, zur Lackbehandlung, zum Kleben, zum Härten (Lack, Klebstoffe), zur Körperbräunung (für besonders flache Bräunungsgeräte) und für Vorrichtungen im Bereich Photochemie, Schadstoffabbau und Abscheidungsprozesse verwendet werden.

10

Im folgenden sollen Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen

15

Figur 1: eine schematische Darstellung einer ersten möglichen Ausführungsform einer Gasentladungslampe gemäß der Erfindung,

Figur 2: eine schematische Darstellung einer dielektrischen Einkoppelstruktur im Querschnitt,

20

Figur 3: eine parallele Anordnung mehrerer Lampen an einer gemeinsamen Treiberschaltung,

Figur 4: eine weitere denkbare Ausführungsform der erfindungsgemäßen Gasentladungslampe,

25

Figur 5: eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer Flüssigkristall-Anzeige,

30

Figur 6: eine schematische Darstellung einer weiteren Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer Flüssigkristall-Anzeige,

Figur 7: eine schematische Darstellung einer dritten Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer Flüssigkristall-Anzeige und

Figur 8: ein Diagramm mit dem Verlauf der Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  einer Oxidkeramik in Abhängigkeit von der Temperatur.

Die in den Ausführungsbeispielen angegebenen Gasentladungslampen verwenden als  
5 dielektrisches Basismaterial für die kapazitive Einkoppelstruktur einen dielektrischen Feststoff, der die erfindungsgemäßen Eigenschaften besitzt. Vorzugsweise wird als Material für das Dielektrikum der kapazitiven Einkoppelstrukturen eine Oxidkeramik verwendet. Diese besteht beispielsweise aus einer Komposition von  $\text{BaTiO}_3$ , etwa 1%  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , und wenigen Promille  $\text{Co}_3\text{O}_4$ . Das Komposit wird entsprechend granuliert, mit einem Binder in eine  
10 Form gebracht und anschließend gesintert. Das so entstandene Material weist eine Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  auf, die einen temperaturabhängigen Verlauf entsprechend dem Diagramm in der Figur 8 besitzt. Im Betrieb der Lampe bleibt die Dielektrizitätszahl stets so hoch, dass die Bedingung  $d/(\epsilon \cdot f) < 10^{-5} \text{ cm} \cdot \text{s}$  gewährleistet bleibt. Erreicht die Temperatur der Oxidkeramik im Betrieb der Lampe einen Wert, bei dem der Abfall der Dielektrizitätszahl mit steigender Temperatur eintritt, so trägt dieses Verhalten zur Leistungsstabilisierung der Lampe bei. Würde nämlich die eingekoppelte Leistung steigen, so käme es durch eine Temperaturerhöhung der Oxidkeramik zu einer starken Reduktion der dielektrischen Kapazität und damit über einen erhöhten Spannungsabfall zu einer Reduktion des Stromes und damit der Leistung. Oder anders ausgedrückt: die Lampe besitzt eine  
15 starke positive U-I-Charakteristik.

Das Material für das Dielektrikum muss an der Oberfläche, die der Gasentladung zugewandt ist, leicht Elektronen abgeben. Zur Charakterisierung der Emissionseigenschaften des Dielektrikums dient das Verhältnis zwischen Ionenstrom und Elektronenstrom an der  
25 Oberfläche der plazmazugewandten Seite des Dielektrikums. Dieses Verhältnis wird als ioneninduzierter Sekundäremissionskoeffizient  $\gamma$  bezeichnet. Zwischen dielektrischer Oberfläche und dem lichterzeugenden Teil des Plasma bildet sich eine schmale, etwa 1 mm dicke Plasmagrenzschicht aus. Die in der Plasmagrenzschicht abgegebene Leistung kann hohe Werte annehmen und reduziert signifikant die Effizienz (Lumen pro Watt) der  
30 Lampe. Ein hoher Sekundäremissionskoeffizient  $\gamma$  führt dazu, diesen Leistungsanteil zu verringern und die Effizienz der Lampe zu steigern. Daher eignen sich solche Materialien

für das Dielektrikum in besonderer Weise, bei denen sich während des Betriebs der Lampe zusätzliche Elektronen an der plazmazugewandten Oberfläche anlagern, und die zu einem Sekundäremissionskoeffizienten  $\gamma > 0,01$  führen.

- 5 In Figur 1 ist eine kapazitive Gasentladungslampe mit einem Glasrohr 1 dargestellt, das als Gasentladungsgefäß dient. Das von innen phosphorbeschichtete Glasrohr 1 besitzt einen Innendurchmesser von 3 mm, einen Außendurchmesser von 4 mm, eine Länge von 40 cm und ist mit 50 mbar Ar und 5 mg Hg gefüllt. Eine dielektrische Einkoppelstruktur an beiden Enden wird jeweils von einem zylinderförmigen Rohr 2 aus dem dielektrischen
- 10 Material (Oxidkeramik, welche die Eigenschaft  $d/(\epsilon \cdot f) < 10^{-8}$  cm·s erfüllt) gebildet. Der dielektrische Zylinder 2 hat einen Außendurchmesser von 4 mm bei einer Wanddicke von 0,5 mm und einer Länge von 10 mm. Das Glasrohr 1 wird durch die Einkoppelstruktur 2, die den gleichen Innendurchmesser besitzt, mittels eines Lötverfahrens vakuumdicht mit einer scheibenförmigen, dielektrischen Kappe 3 verschlossen. Auf dem dielektrischen
- 15 Zylinder 2 ist eine Schicht Silberpaste aufgebracht, die zuvor ausgebrannt wurde, so dass eine elektrische Kontaktierung 4 möglich ist. Mittels dieser Kontaktierung 4 wird die Lampe mit einem externen Stromnetz verbunden. Als externes Stromnetz dient in diesem Ausführungsbeispiel eine Lampentreiberschaltung 5, die bei 40 kHz und einer mittleren
- 20 Spannung von etwa 350 V einen Strom von 30 mA liefert. Die Lampe liefert im stationären Betrieb einen Lichtstrom von ungefähr 600 Lumen. Der Treiber 5 enthält ferner einen Teil zum Zünden der Lampe, der kurzfristig Spannungen von 1500 V zu liefern in der Lage ist. Nach der Zündung bildet sich eine stationäre Gasentladung aus. Elektronen gelangen auf die Oberfläche des Dielektrikums und bleiben dort haften, was zu einer
- 25 Erhöhung des ioneninduzierten Sekundäremissionskoeffizienten  $\gamma$  führt. Dadurch wird die Effizienz der Gasentladungslampe erhöht. Nach kurzer Zeit hat das Dielektrikum solch hohe Temperaturen erreicht, dass sich die Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  im Bereich der negativen Steigung des in der Figur 8 dargestellten Diagramms befindet. Diese Eigenschaft kann zur Stabilisierung der Lampe in Bezug auf die eingekoppelte Leistung genutzt werden.
- 30 Die Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Einkoppelstruktur im Querschnitt. Der Querschnitt wurde im Bereich des dielektrischen Rohres 2 gelegt. Der mit einem Füllgas gefüllte Innenraum wird von einer ersten dielektrischen

Schicht 6 umgeben, an die sich eine zweite dielektrische Schicht 7 aus  $\text{BaTiO}_3$  anschließt. Auf den dielektrischen Schichten ist eine Metallisierung 8 aufgebracht, die zur elektrischen Kontaktierung dient. Die dielektrische Schicht 6 kann sehr dünn ausgeführt sein (Coating'), da sie auf die als eine Art Substrat dienende Schicht 7 aufgebracht werden kann.

In Figur 3 werden vier Lampen, die jeweils die in Figur 1 gezeigten Entladungsgefäße 1 und Einkoppelstrukturen 2 haben, gezeigt, die parallel an einer gemeinsamen Treiberschaltung 5 betrieben werden. Da jede einzelne Lampe durch die Materialeigenschaften des Dielektrikums eine stabilisierende Rückkopplung besitzt, die wie eine Eigenballastierung wirkt, kann eine gemeinsame Treiberschaltung 5 verwendet werden. Es sind keine separaten Vorschaltgeräte mit Zündschaltungen und Ballastierungen für jede Lampe notwendig.

15 In der Figur 4 ist eine Lampe dargestellt, die die Daren der Lampe aus Figur 1 besitzt und zu einer Wendel gebogen ist. An den Enden der Wendel 9 sind jeweils Einkoppelstrukturen 2 angebracht, die mit einer Treiberschaltung 5 verbunden sind. Damit entsteht eine Dekorlampe mit Leuchtdichten weit über denen bekannter Energiesparlampen. Natürlich sind viele andere Formen denkbar, in die die in der Figur 1 beschriebene Lampe gebracht werden kann. Es sind auch weitere Verwendungen als miniaturisierte Dekorlampe mit einer wesentlich höheren Leuchtdichte als bekannte Fluoreszenzlampen denkbar (z.B. für eine kompakte Regalbeleuchtung). Hierzu kann das Entladungsrohr nach Belieben gebogen werden, ohne die Lampeneigenschaften zu ändern. Durch Wahl eines geeigneten Füllgases und/oder Phosphorbeschichtung des Entladungsgefäßes kann außerdem eine Strahlung in einem gewünschten Wellenlängenbereich erzeugt werden. Die Gasentladungslampe mit den Abmessungen aus Figur 1 kann beispielsweise mit 25 mbar reinem Neon gefüllt werden. Eine solche Lampe kann als rot-leuchtendes Bremslicht hinter der Heckscheibe eines PKW eingesetzt werden. Im Automobilbereich kann die erfindungsgemäße Lampe zudem auch für andere Zwecke (z.B. auch als Blinkerleuchte, zur Innenraum- sowie zur Instrumentenbeleuchtung etc.) Verwendung finden. Eine weitere vorteilhafte Anwendung der Lampe ist der Einsatz als Notsignal- und Orientierungsbeleuchtung, da hier neben einem möglichst niedrigen Energieverbrauch auch bestimmte Formen und Farben gefordert werden.

Unabhängig von der Form der Lampe eignet sich die Gasentladungslampe gemäß der Erfindung insbesondere gut als UV-Strahlungsquelle und alle bekannten Anwendungsgebiete von UV-Strahlungsquellen. Das Entladungsgefäß 1 der Lampe wird mit einem geeigneten Füllgas (z.B. Edelgas und Quecksilber) gefüllt und besteht in bekannter Weise aus einem

5 UV-durchlässigen Material (z.B. ein Glasrohr). Das Glasrohr kann hierbei innen oder außen noch mit einem geeigneten Leuchtstoff beschichtet sein, welcher ein gewünschtes UV-Spektrum erzeugt. Die beschriebenen Vorteile der Gasentladungslampe mit einer kapazitiven Einkoppelung gemäß der Erfindung führen zu der Möglichkeit, UV-Lichtquellen mit einer besonders hohen UV-Lichtmenge pro Lampenlänge bei einer besonders

10 kompakten Bauweise, einer geringen elektromagnetischen Abstrahlung, einer hohen Schaltfestigkeit, einer hohen Effizienz, einer niedrigen Betriebsspannung und einer langen Lebensdauer im Vergleich zu bekannten Niederdruck-Gasentladungs-UV-Strahlungsquellen realisieren zu können. Daher erzielt eine derart ausgestaltete Lampe in Vorrichtungen für Anwendungen mit UV-Strahlungsquellen deutliche Vorteile gegenüber

15 bekannten Vorrichtungen. Sie ist insbesondere geeignet für Vorrichtungen zur Entkeimung/Desinfektion von Luft und Wasser, zur Oberflächenreinigung, zur Lackbehandlung, zum Kleben, zum Härten (Lack, Klebstoffe), zur Körperbräunung (Realisierung besonders kompakter/flacher Bräunungsgeräte) und für Vorrichtungen im Bereich Photochemie, Schadstoffabbau und Abscheidungsprozesse.

20 Die Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer Flüssigkristall-Anzeige. Dabei wird eine in der Figur 1 beschriebene Lampe 10 zur seitlichen Lichteinstrahlung in einen Lichtleiter 13 einer 15"LCD-Hintergrundbeleuchtung genutzt. Die Vorrichtung besteht aus einer Treiberschaltung 12, die mit

25 einer Niederdruckgasentladungslampe 10 verbunden ist. Die Lampe 10 ist mit einem Reflektor 11 versehen, der das Licht in den Lichtleiter 13 einstrahlt, von wo aus es mittels einer rückwärtigen, strukturierten Reflektorplatte zur Flüssigkristall-Anzeige (LCD Panel) nach vorne hin über einen Diffusor 14 und ein reflektives Polarisationsfilter 15 ausgekoppelt wird. Die Flüssigkristall-Anzeige ist aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Es können LCD bekannter Bauweise verwendet werden. Durch die höhere Menge

30 an Lumen pro Lampenlänge ist es möglich, die doppelte Lichtmenge als beispielsweise bei einer Kaltkathodenlampe auf dem LCD Bildschirm zu erhalten, ohne zusätzliche

Maßnahmen bzgl. elektromagnetischer Interferenz zu treffen, da die Betriebsfrequenz unverändert bleibt.

In der Figur 6 ist eine ähnliche Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer Flüssig-  
5 kristall-Anzeige dargestellt. Es werden zwei der in Figur 1 beschriebenen Lampen 10 zur  
seitlichen Lichteinstrahlung in einen Lichtleiter 16 einer 15"LCD-Hintergrundbeleuch-  
tung genutzt. Das Licht der Lampen 10 wird mittels der Reflektoren 11 von zwei Seiten in  
den Lichtleiter 16 eingekoppelt und über einen Diffusor 14 und ein reflektives Polarisations-  
filter 15 nach vorn zum LCD-Panel hin ausgekoppelt. Durch die höhere Menge an  
10 Lumen pro Lampenlänge ist es auch hier möglich, die doppelte Lichtmenge als beispiels-  
weise bei einer Kaltkathodenlampe auf dem LCD Bildschirm zu erhalten, ohne zusätzliche  
Maßnahmen bzgl. elektromagnetischer Interferenz zu treffen, da die Betriebsfrequenz  
unverändert bleibt. Wahlweise können zwei Kaltkathodenlampen (an der rechten und  
linken Seite des Lichtleiters 16) durch eine einzige kapazitive Lampe 10 ersetzt werden,  
15 welche dieselben Helligkeitswerte auf dem LCD Bildschirm liefert. Verwendet man minde-  
stens zwei kapazitive Lampen 10, so können diese aufgrund ihrer Selbstballastierung mit  
einer einzigen elektronischen Treiberschaltung 12 betrieben werden. Neben der Einspa-  
rung jeder zweiten Lampe ergibt sich dabei eine Einsparung in den Kosten des Treibers 12  
sowie eine erhöhte Ausfallsicherheit aufgrund der geringeren Anzahl verwendeter Lampen.

20 Bei der in der Figur 7 dargestellten Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer  
Flüssigkristall-Anzeige werden mehrere in Figur beschriebene Lampen 10 zur rückwärtigen  
Lichteinstrahlung in einen Lichtleiter einer 18"LCD-Hintergrundbeleuchtung genutzt.  
Die Lampen 10 sind in einem Reflektor 11 angeordnet. Das Licht der Einzellampen 10  
25 wird mittels eines optischen Filters 17 und eines Diffusors 14 homogenisiert und durch-  
läuft anschließend einen reflektiven Polarisationsfilter 15, bevor es zum nicht gezeigten  
LCD Panel ausgekoppelt wird. Der optische Filter 17 verhindert, dass das Licht der  
Lampen 10 direkt auf den Diffusor 14 trifft. Durch die höhere Menge an Lumen pro  
Lampenlänge ist es auch hier möglich, die doppelte Lichtmenge als beispielsweise bei einer  
30 Kaltkathodenlampe auf dem LCD Bildschirm zu erhalten, ohne zusätzliche Maßnahmen  
bzgl. elektromagnetischer Interferenz zu treffen, da die Betriebsfrequenz unverändert  
bleibt. Wahlweise können auch hier jeweils zwei Kaltkathodenlampen durch eine einzige

kapazitive Lampe 10 ersetzt werden, welche dieselben Helligkeitswerte auf dem LCD Bildschirm liefern. Alle kapazitiven Lampen 10 können aufgrund ihrer Selbstballastierung mit einer einzigen elektronischen Treiberschaltung 12 betrieben werden.

- 5 In Figur 8 ist ein Diagramm dargestellt, das den Verlauf der Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  einer Oxidkeramik aus  $\text{BaTiO}_3$ , etwa 1%  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  und wenigen Promille  $\text{Co}_3\text{O}_4$  in Abhängigkeit von der Temperatur zeigt. Bei einer geeigneten thermischen Verbindung zwischen Lampenhalterung und Keramik lässt sich im stationären Betrieb der Lampe eine Keramiktemperatur von über  $130^\circ\text{C}$  realisieren. Die Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  schwankt bis etwa zu
- 10 dieser Temperatur bei sehr großen Werten um etwa 5000. Wenn die Temperatur des Dielektrikums durch die Leistungseinkoppelung weiter ansteigt, kommt es aufgrund des im wesentlichen negativen Temperaturkoeffizienten des dielektrischen Materials zu einem starken Abfall der Dielektrizitätszahl. Dadurch verkleinert sich die dielektrische Kapazität der Einkoppelstruktur, so dass eine höhere Spannung über dem Dielektrikum abfällt und
- 15 ein geringerer Strom fließt. Daher kann weniger Leistung in das Entladungsgefäß eingekoppelt werden, was zu einem Absinken der Temperatur im Dielektrikum führt. Diese negative Rückkopplung führt zu einer erhöhten Stabilisierung und Ballastierung der Lampe im stationären Betrieb.

PATENTANSPRÜCHE

1. Niederdruckgasentladungslampe mit einem Entladungsgefäß (1) und wenigstens zwei räumlich voneinander getrennten kapazitiven Einkoppelstrukturen (2) betrieben bei einer Betriebsfrequenz  $f$ ,  
dadurch gekennzeichnet,
- 5 dass jede kapazitive Einkoppelstruktur (2) aus wenigstens einem Dielektrikum mit einer Dicke  $d$  und einer Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  gebildet wird, wobei für jedes Dielektrikum die Bedingung  $d/(f\epsilon) < 10^{-4}$  cm·s gilt.
2. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass für wenigstens ein Dielektrikum die Bedingung  $d/(f\epsilon) > 10^{-9}$  cm·s gilt.
3. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,
- 15 dass die Betriebsfrequenz  $f$  im Bereich von 150 Hz bis 1 MHz liegt.
4. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Dielektrizitätszahl des Dielektrikums eine im wesentlichen negative
- 20 Temperaturabhängigkeit besitzt.
5. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Entladungsgefäß (1) im wesentlichen hohlzylindrisch mit einem
- 25 Innendurchmesser  $d_i$  geformt ist und der Innendurchmesser  $d_i$  kleiner als 10 mm ist.



6. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die kapazitive Einkoppelstruktur (2) im wesentlichen hohlzylindrisch geformt ist, den Innendurchmesser  $d$  besitzt und druckfest mit dem Entladungsgefäß (1) verbunden ist.

5

7. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Entladungsgefäß (1) mit einem wenigstens ein Edelgas enthaltenden Füllgas gefüllt ist.

10

8. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Füllgas Quecksilber enthält.

15 9. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Betriebsfrequenz  $f$  kleiner als 150 kHz ist.

10. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

20 dadurch gekennzeichnet,

dass der Entladungsstrom der Gasentladung größer als 10 mA ist.

11. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

25 dass das Dielektrikum aus einem paraelektrischen, ferroelektrischen oder antiferroelektrischen Feststoff besteht.

12. Niederdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Entladungsgefäß (1) aus einem UV-transparenten Material besteht und mit einem UV-emittierenden Füllgas gefüllt ist.

5

13. Vorrichtung zur Hintergrundbeleuchtung einer Flüssigkristall-Anzeige mit wenigstens einer Niederdruckgasentladungslampe mit einem Entladungsgefäß (1), wenigstens zwei kapazitiven Einkoppelstrukturen (2) betrieben bei einer Betriebsfrequenz  $f$  als Lichtquelle (10) und einer Optik (13, 14, 15) zur Erzeugung einer Hintergrundbeleuchtung,

10 dadurch gekennzeichnet,

dass jede kapazitive Einkoppelstruktur (2) aus wenigstens einem Dielektrikum mit einer Dicke  $d$  und einer Dielektrizitätszahl  $\epsilon$  gebildet wird, wobei für jedes Dielektrikum die Bedingung  $d/(f \cdot \epsilon) < 10^{-8}$  cm·s gilt.

15

## ZUSAMMENFASSUNG

### Niederdruckgasentladungslampe

- Die Erfindung bezieht sich auf eine Niederdruckgasentladungslampe mit wenigstens einem Entladungsgefäß und wenigstens zwei kapazitiven Einkoppelstrukturen, die bei einer
- 5 Betriebsfrequenz  $f$  betrieben wird. Um bei der Niederdruckgasentladungslampe mit kapazitiver Einkoppelung eine bessere Effizienz bei einer kleinen Baugröße, einen hohen Lichtstrom, eine niedrige Betriebsspannung, geringe elektromagnetische Abstrahlung, eine hohe Schaltfestigkeit und eine lange Lebensdauer zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass jede
- 10 kapazitive Einkoppelstruktur aus wenigstens einem Dielektrikum mit einer Dicke  $d$  und einer Dielektrizitätszahl  $\varepsilon$  gebildet wird, wobei für jedes Dielektrikum die Bedingung  $d/(f \cdot \varepsilon) < 10^{-8} \text{ cm} \cdot \text{s}$  gilt. Damit kann deutlich mehr Licht pro Lampenlänge (lumen/cm) erzeugt werden.

1/4

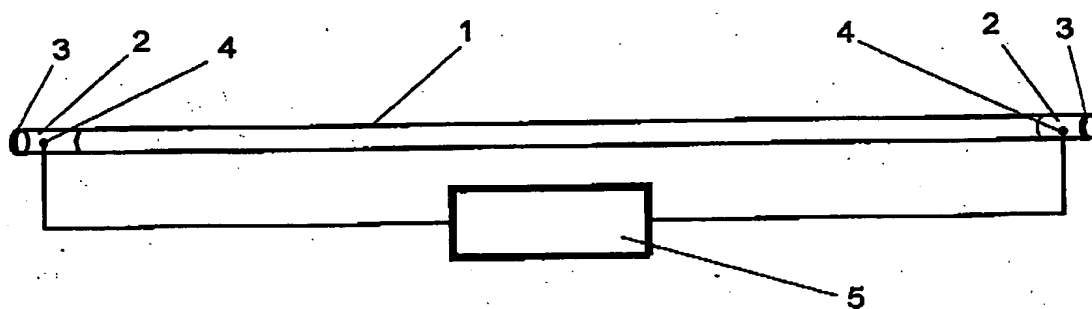


FIG. 1

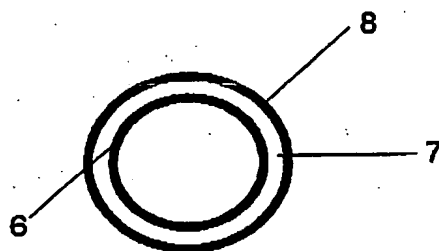


FIG. 2

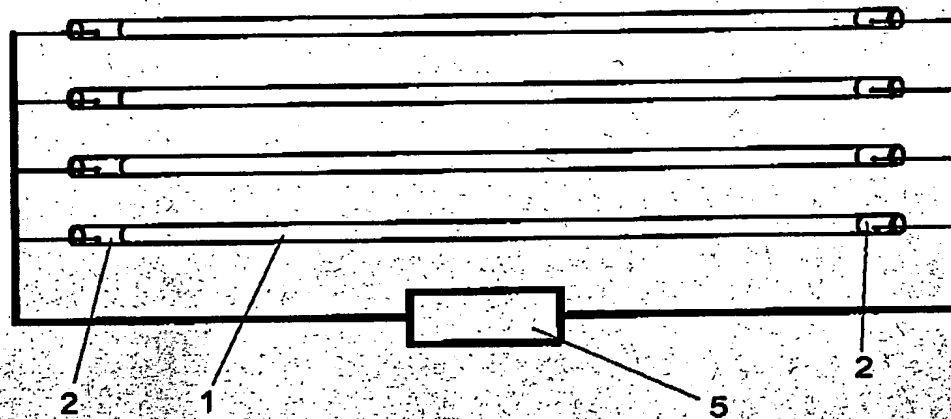


FIG. 3

1-IV-PHDE000049

2/4

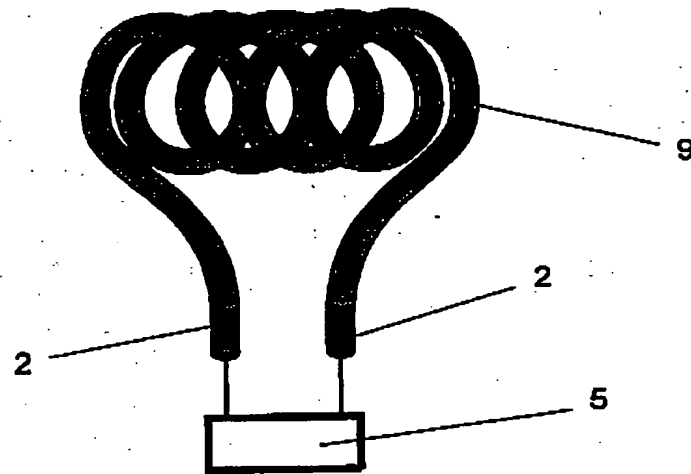


FIG. 4

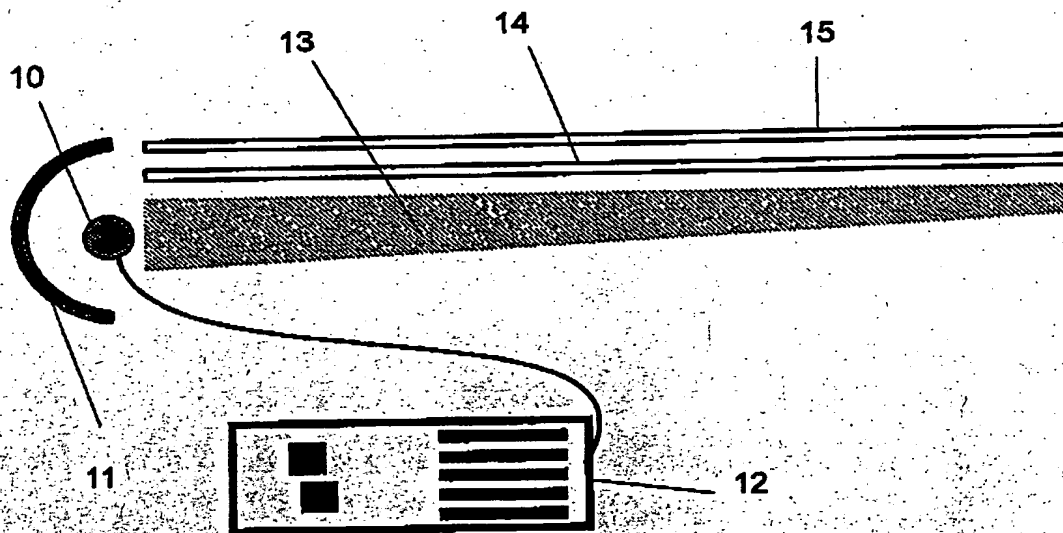


FIG. 5

2-IV-PHDE000049

3/4

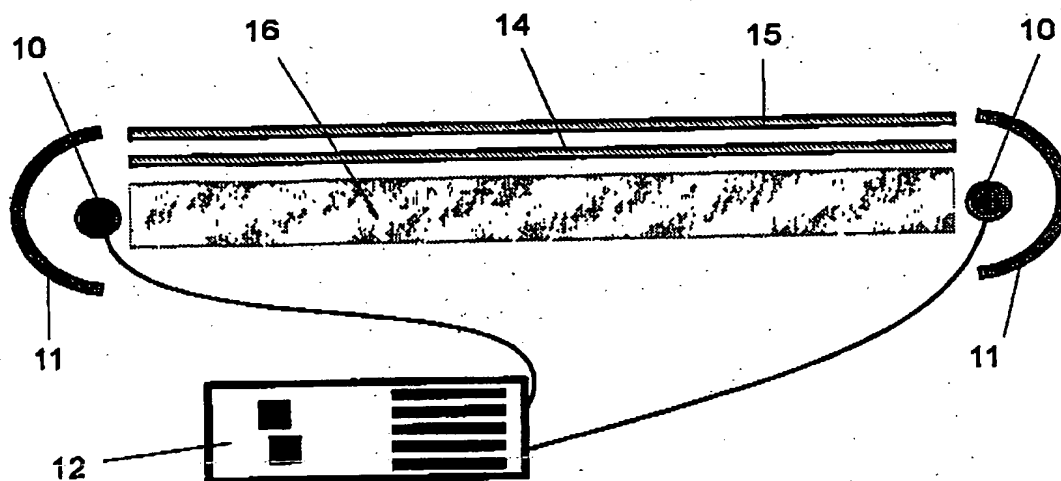


FIG. 6

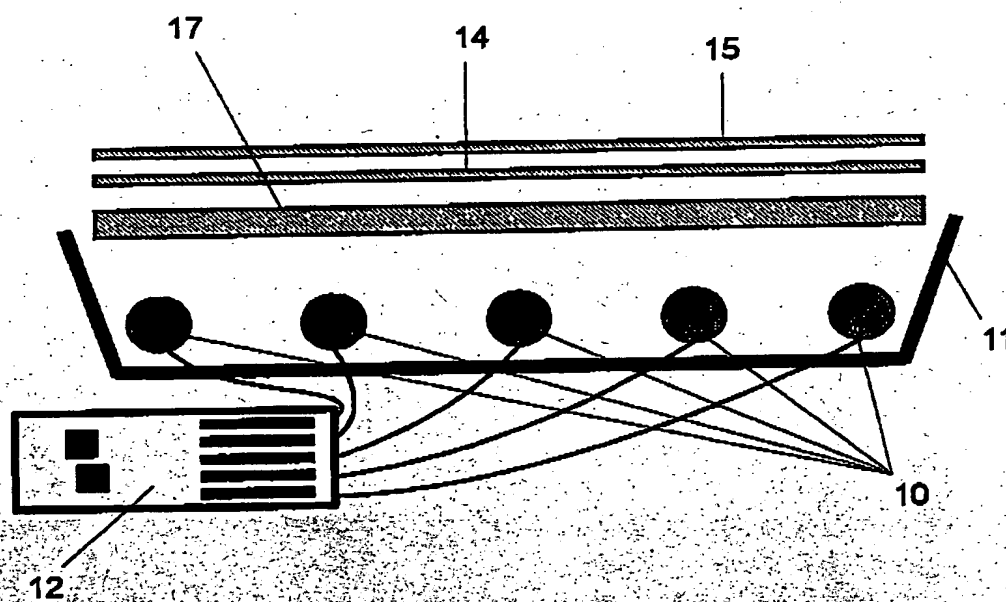


FIG. 7

3-IV-PHDE000049

4/4

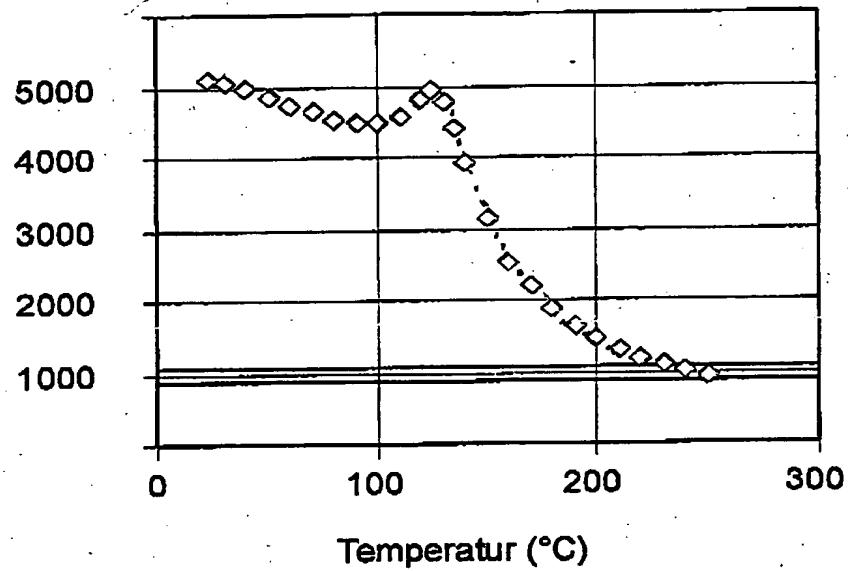


FIG. 8

4-IV-PHDE000049